Aus der Kinderklinik der Universität Düsseldorf
Direktor: Prof. Dr. med. G.-A. von Harnack

Überwachung von kindlichen Asthmatikern mit Hilfe der Lungenfunktionsprüfung durch das PEAK FLOW METER nach WRIGHT

D I S S E R T A T I O N
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf

vorgelegt von
Josef Bayer

1980

1981

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf

Der Dekan
gez.: Professor Dr. Manfred Straßburg

I. Berichterstatter
gez.: Professor Dr. E. A. Stemmann

II. Berichterstatter
gez.: Professor Dr. G. Arnold

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S Seite

I.	Allgemeiner Teil	1
1.	Einleitung	1
II.	Spezieller Teil	4
2.	Methodik	4
2.1.	Patientenauswahl	4
2.2.	Untersuchungsplan	4
3.	Ergebnisse	6
3.1.	Erster Teil der Untersuchung	6
3.2.	Zweiter Teil der Untersuchung	16
4.	Diskussion	25
5.	Zusammenfassung	31
III.	Anhang	34
	Tabellen	35
	Verwendetes Meßgerät	41
	Literaturverzeichnis	42

Verwendete Abkürzungen:

PEF	Peak Flow Meter - Wert (l/ min) *)
Δ PEF	Differenz zwischen den innerhalb von 24 Stunden gemessenen Maximal - und Minimalwerten von PEF (l/ min)
Δ PEF%	Δ PEF umgerechnet in Prozent des Maximalwertes von PEF
R_t	Resistance, i. e. bronchialer Strömungswiderstand (cmH_2O/ l/ s)
ΔR_t	Differenz zwischen den innerhalb von 24 Stunden gemessenen Maximal - und Minimalwerten von R_t (cmH_2O/ l/ s)
ΔR_t%	ΔR_t umgerechnet in Prozent des Minimalwertes von R_t
$\dot{V}$	Volumenfluß, i. e. Atemstromstärke (l/ sec)

*) PEF = Peak Expiratory Flow

UNIV. LEIDEN BIBL.

I. Allgemeiner Teil

1. Einleitung

Das Asthma bronchiale ist eine schwerwiegende Erkrankung des Respirationstraktes im Kindesalter. Die Asthmamorbidität wird mit 1% bis 4% angegeben (1,4,9). Mehr als 50% aller Asthmaerkrankungen beginnen im Kindesalter. Die Spitze des Erkrankungsbeginnes liegt bei 1 bis 3 - jährigen Kindern (5). Die Prognose ist ungünstig: nur etwa 1/ 3 der kindlichen Asthmatiker sind im Erwachsenenalter erscheinungsfrei, 1/ 3 leidet weiterhin unter Beschwerden, bei 1/ 3 ist die Arbeitsfähigkeit beeinträchtigt und es droht Frühinvalidität (2,8,9). Eine Erfassung der Asthmatiker im Kindesalter ist unbedingt notwendig. Die Kinder müssen sorgfältig behandelt und überwacht werden. Die Überwachung geschieht hauptsächlich durch die Eltern, insbesondere durch die Mutter. Leider ist die individuelle Fähigkeit der Mutter, den Zustand ihres Kindes zu beurteilen, sehr unterschiedlich ausgeprägt. In einer Studie (3) wurde die Zustandsbeurteilurg durch den Arzt mit der gleichzeitigen Beurteilung durch die Mutter verglichen. Es erwies sich, daß einige Mütter den Zustand ihres Kindes gar nicht, andere hingegen recht genau einschätzen können. Für das gesamte Kollektiv ergab sich ein Korrelationskoeffizient von r=0.15 (min 0.01 - max 0.67), Signifikanz auf dem 5% - Niveau wurde nicht erreicht. Lebensbedrohliche Zustände werden dagegen erkannt und bleiben auch wegen der damit verbundenen Umstände (Arzthinzuziehung, Krankenhauseinweisung usw.)

im Gedächtnis haften. Nichtsdestoweniger tritt oft eine Art Gewöhnung an das Asthma des Kindes auf, so daß leichte und mittelschwere Asthmazustände als normal empfunden werden. Dies bedeutet eine große Gefährdung des Kindes, da die für den Asthmatiker typischen Lungenfunktionsstörungen (Obstruktion, Überblähung usw.) Teil eines chronisch progredienten Krankheitsbildes sind und in der Spätfolge zu schwerem Emphysem oder Cor pulmonale führen können. Es wäre sinnvoll, dem Patienten und den Eltern von asthmakranken Kindern ein Hilfsmittel zur Verfügung zu stellen, welches die beginnende Störung der Lungenfunktion sicher anzeigt und dem Patienten signalisiert, daß Gefahr in Verzug ist.

Veränderungen der Ventilation können frühzeitig mit Hilfe von Lungenfunktionsuntersuchungen erfaßt werden. Am sichersten wird die Ventilationsstörung durch die Registrierung des bronchialen Strömungswiderstandes nachgewiesen. Dieser steigt bei zunehmender Obstruktion an. Ein direktes und sehr genaues Verfahren zur Messung desselben bietet die Ganzkörperplethysmographie. Der Ganzkörperplethysmograph mißt Alveolardruckschwankungen, die bei Atemexkursionen auftreten und registriert den zugehörigen Atemstrom. Der Strömungswiderstand kann errechnet werden aus dem Verhältnis von Alveolardruckschwankung zur Atemstromstärke: $R_t = P_a : \dot{V}$ (cmH_2O/ l/ s). Die Ganzkörperplethysmographie ist ein Verfahren, das von der Mitarbeit des Patienten weitgehend unabhängig ist (11,12). Außerdem werden stets reproduzierbare Versuchsbedingungen gewährleistet. Auf der anderen Seite ist dieses Verfahren sehr aufwendig und erfordert geschultes Bedie-

nungspersonal. Auch in Hinblick auf die sehr hohen Anschaffungskosten kann dieses Gerät schon in Anbetracht der Kostennutzungsrelation nur in größeren Untersuchungszentren zur Verfügung stehen (17). Ein weiterer Nachteil ist, daß nur punktuelle Messungen möglich sind. Die Lungenfunktion vieler Asthmatiker schwankt aber sehr stark, so daß möglichst häufig und fortlaufend gemessen werden sollte (15). Ein entscheidender Fortschritt in der Therapie des Asthma bronchiale wäre erzielt, wenn man dem Patienten ein Gerät in die Hand geben könnte, das es auf Grund einfacher Handhabung erlaubt, zahlreiche Messungen im Verlauf des Tages und der Nacht durchzuführen.

Als ein solches Gerät bietet sich das von WRIGHT entwickelte Peak Flow Meter an (18). Dieses Gerät ist sehr handlich. Es wiegt nur 1100g und kann in einem kleinen Tragekoffer stets mitgeführt werden. Beim Gebrauch bläst der Patient kräftig in einen Einblasstutzen. Der Atemstoß trifft im Inneren des Gerätes auf ein auslenkbares Segel. Ist der Spitzendruck erreicht, wird das Segel in dieser Position festgehalten. Auf einer zirkulären Skala kann der sog. Peak Flow Meter - Wert (PEF = Peak Expiratory Flow) in l/ min abgelesen werden.

Aufgabe der vorliegenden Arbeit ist es, die Verwendbarkeit des Peak Flow Meters im täglichen Gebrauch bei kindlichen Asthmatikern zu untersuchen. Als vergleichendes Meßverfahren wurde die Ganzkörperplethysmographie eingesetzt.

II. Spezieller Teil

2. Methodik

2.1. Patientenauswahl

Es wurden Kinder im Alter von 5 bis 15 Jahren ausgesucht, die vom Hausarzt in die pneumonologisch - allergologische Abteilung der Universitätskinderklinik überwiesen worden waren. Die Kinder hatten ein exogen allergisches Asthma bronchiale. Kinder, die in den vorausgegangenen 4 Wochen Kortikosteroide erhalten hatten oder ein Anstrengungsasthma aufwiesen, wurden nicht in die Prüfung einbezogen.

2.2. Untersuchungsplan:

Die Untersuchung gliedert sich in zwei Teile:

2.21. Im ersten Teil der Untersuchung lautete die Fragestellung: Wie verhalten sich die Peak Flow Meter - Werte (PEF - Werte) zu den Resistance - Werten (R_t - Werten) ? Besteht überhaupt ein signifikanter Zusammenhang zwischen den beiden Meßgrößen?

2.22. Im zweiten Teil der Untersuchung wurde die Frage gestellt: Wie hoch muß der Abfall des PEF sein, damit sich ein signifikanter Zusammenhang mit der R_t ergibt?

Zu 2.21.: 21 Asthmatiker im Alter von 5 bis 15 Jahren, 19 Jungen, 2 Mädchen wurden untersucht. Sie befanden sich in gutem klinischen und symptomfreien Zustand auf der Station. Die Lungenfunktion (R_t-Wert, PEF-Wert) wurde im Verlauf von 24 Stunden im 3-Stundenabstand gemessen. Die Messungen erfolgten um 09.00, 12.00, 15.00, 18.00, 21.00, 24.00, 03.00, 06.00 Uhr. Zuerst wurde der R_t-Wert registriert, danach der PEF.

durch dreimalige forcierte Exspiration gemessen und der jeweils höchste Wert notiert. Die Messungen geschahen an verschiedenen Tagen:

a.) an einem Tag ohne Einfuß von Allergen oder Medikament (Normalfunktion)

b.) an einem Tag, in dessen Verlauf ein Allergen inhaliert worden war

c.) an einem Tag, in dessen Verlauf dasselbe Allergen wie unter b.) nach vorheriger Einnahme eines Antiasthmatikums inhaliert worden war.

Trat nach Inhalation eines Allergens - dies geschah in der Zeit von 09.00 Uhr bis 12.00 Uhr - eine allergische Sofortreaktion (Asthmaanfall) auf, so wurde diese durch Bronchospasmolyse koupiert. Die während der allergischen Sofortreaktion ermittelten Lungenfunktionswerte wurden in der vorliegenden Untersuchung nicht berücksichtigt.

Zu 2.22.: 50 kindliche Asthmatiker im Alter von 5 bis 15 Jahren, 41 Jungen und 9 Mädchen, wurden unter stationären Bedingungen untersucht. Sie waren in gutem klinischen Zustand und bei Beginn der Messungen frei von Asthmasymptomen. Der Beobachtungszeitraum betrug 24 Stunden. In der Zeit von 09.00 Uhr bis 12.00 Uhr inhalierten die Patienten ein Allergen. Asthmaanfälle (allergische Sofortreaktionen) wurden koupiert. Die Registrierung von R_t und PEF erfolgte alle 3 Stunden um 09.00, 12.00, 15.00, 18.00, 21.00, 24.00, 03.00 und 06.00 Uhr (siehe hierzu auch 2.21. b.).

3. Ergebnisse

zu 2.21.: Erster Teil der Untersuchung
21 kindliche Asthmatiker im Alter von 5 bis 15 Jahren, 19 Jungen, 2 Mädchen, wurden analysiert

3.11. Einzelwerte der Lungenfunktionsmessung (R_t , PEF) an 3 Untersuchungstagen:

a.) an einem Tag ohne Einfluß von Allergen oder Medikament (Normalfunktion),

b.) an einem Tag, in dessen Verlauf ein Allergen inhaliert worden war,

c.) an einem Tag, in dessen Verlauf dasselbe Allergen wie unter b.) nach vorheriger Einnahme eines Antiasthmatikums inhaliert worden war,

siehe Tab. 1 - 3 .

3.12. Mittelwertkurven und Standardabweichungen an 3 Untersuchungstagen siehe Tab. 1 - 3 , Abb. 1 , 2 (a - c).

3.13. Differenzen zwischen den Maximal- und Minimalwerten von R_t (ΔR_t) und den korrespondierenden PEF - Werten (ΔPEF) werden gebildet und in % umgerechnet. Folgende Werte werden betrachtet:

- am Tag a.) um 12.00 Uhr und um 03.00 Uhr,
- am Tag b.) um 15.00 Uhr und um 03.00 Uhr,
- am Tag c.) um 18.00 Uhr und um 03.00 Uhr .

Siehe Tab. 4 . Abb. 3 a - c .

3.14. Statistik:

3.141. Für die korrespondierenden Werte von R_t und PEF wurde eine Korrelationsgleichung erstellt. Korrelationskoeffizient "r" und Prüfgröße auf Signifikanz "p" siehe Tab. 5 .

3.142. Da bei den untersuchten Stichproben keine Normalverteilung vorliegt, wurde der Wilcoxontest für Paardifferenzen angewandt um zu prüfen, ob sich die Maximalwerte von den Minimalwerten unterscheiden.

Betrachtet wurden die Einzelwerte der Resistance und der Peak Flow Meter - Werte:

- am Tag a.) waren die R_t - Werte um 12.00 Uhr signifikant niedriger als um 03.00 Uhr: $p < 0.01$,
- am Tag b.) waren die R_t - Werte um 15.00 Uhr signifikant niedriger als um 03.00 Uhr: $p < 0.01$,
- am Tag c.) waren die R_t - Werte um 18.00 Uhr signifikant niedriger als um 03.00 Uhr: $p < 0.01$ —
- am Tag a.) waren die PEF - Werte um 12.00 Uhr signifikant höher als um 03.00 Uhr: $p < 0.01$,
- am Tag b.) waren die PEF - Werte um 15.00 Uhr signifikant höher als um 03.00 Uhr: $p < 0.01$,
- am Tag c.) waren die PEF - Werte um 18.00 Uhr signifikant höher als um 03.00 Uhr: $p < 0.01$.

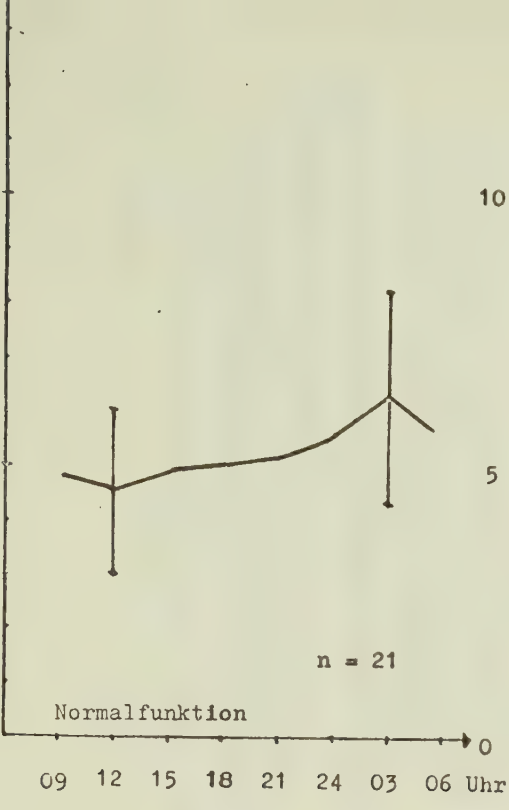

Abb. 1a

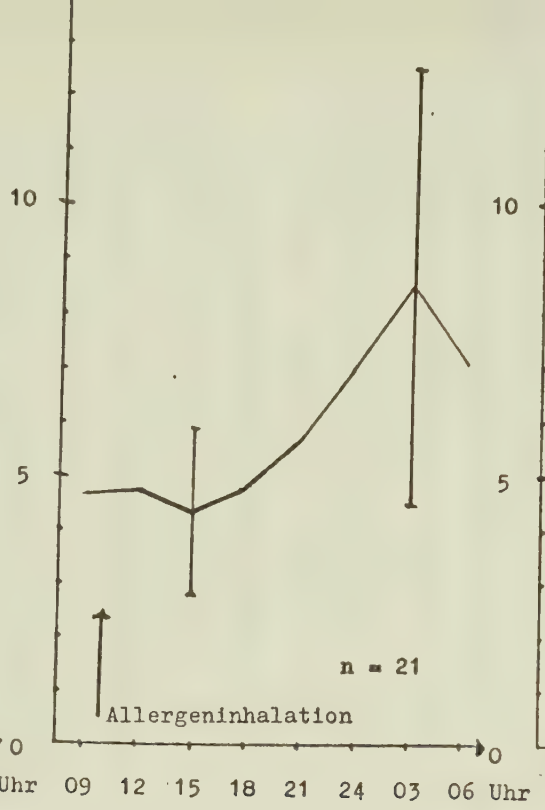

Abb. 1b

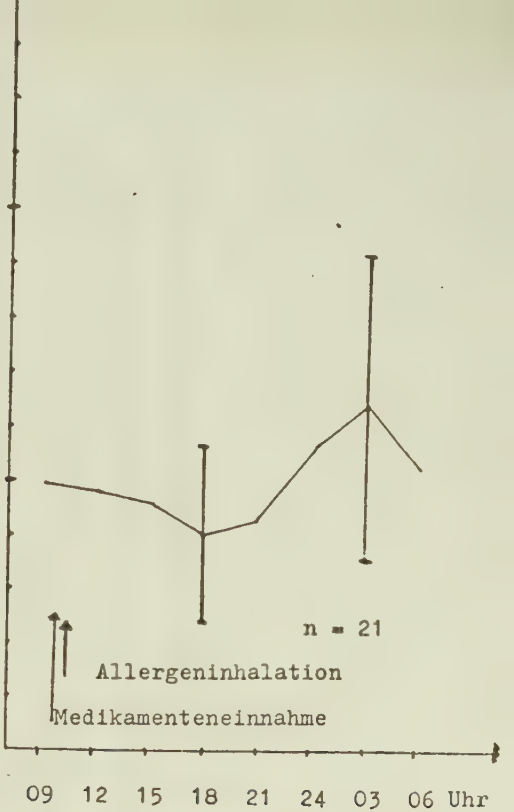

Abb. 1c

Abb. 1a-c : Mittelwerte und Standartabweichungen der Lungenfunktion bei 21 Kindern mit Asthma. Gemessen wurde die Resistance im Abstand von 3 Stunden: Abb. 1a: an einem Tag ohne Einfluß von Allergen oder Medikament (Normalfunktion), Abb. 1b: an einem Tag, an dem in der Zeit von 09.00 bis 12.00 Uhr ein Allergen inhaliert worden war, Abb. 1c: an einem Tag, an dem dasselbe Allergen nach vorheriger Einnahme eines Antiasthmatikums inhaliert worden war.

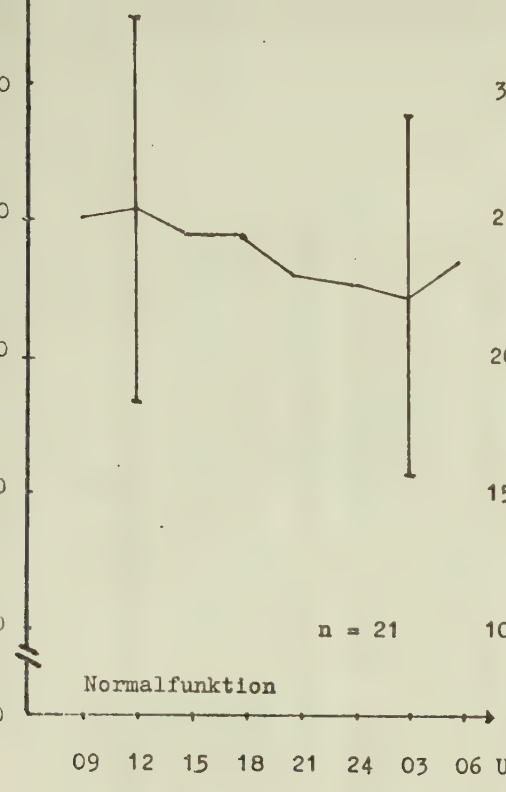

Abb. 2a

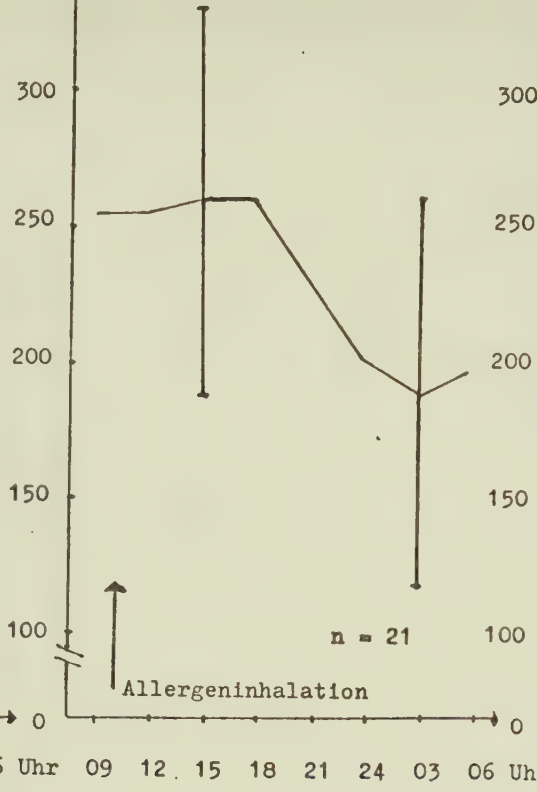

Abb. 2b

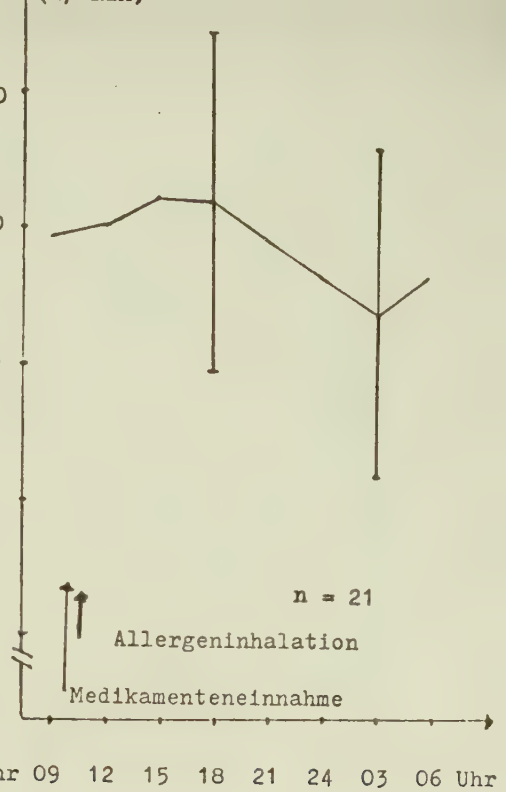

Abb. 2c

Abb. 2a-c : Mittelwerte und Standartabweichungen der Lungenfunktion bei 21 Kindern mit Asthma. Gemessen wurde der Peak Flow Meter - Wert im Abstand von 3 Stunden: Abb. 2a: an einem Tag ohne Einfluß von Allergen oder Medikament (Normalfunktion), Abb. 2b: an einem Tag, an dem ein Allergen in der Zeit von 09.00 bis 12.00 Uhr inhaliert worden war, Abb. 2c: an einem Tag, an dem dasselbe Allergen nach vorheriger Einnahme eines Antiasthmatikums inhaliert worden war.

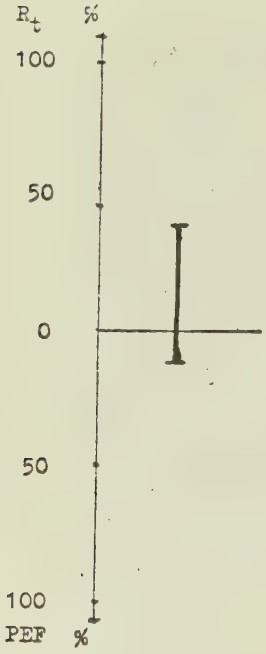

Abb. 3a

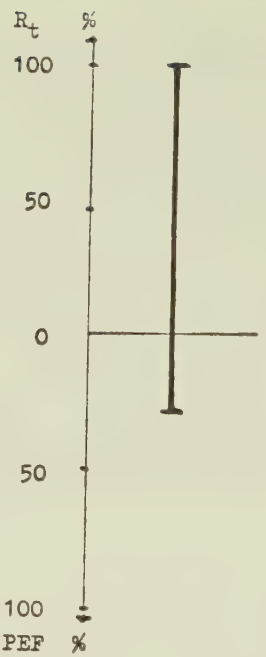

Abb. 3b

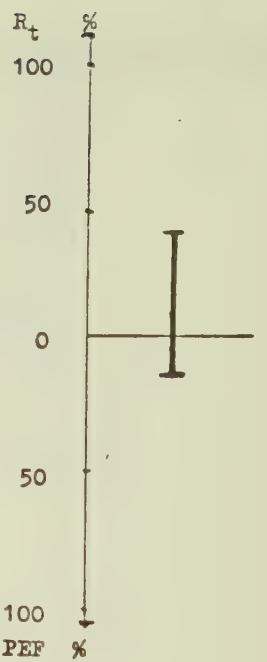

Abb. 3c

Abb. 3a-c : Maximale prozentuale Änderung der Mittelwertkurven der Lungenfunktion (Resistance, Peak Flow Meter - Wert) von 21 Asthmatikern: Abb. 3a: an einem Tag ohne Medikamenten- und Allergeneinfluß (Normalfunktion), Abb. 3b: an einem Tag, an dem ein Allergen inhaliert worden war, Abb. 3c: an einem Tag, an dem dasselbe Allergen nach vorheriger Einnahme eines Antiasthmatikums inhaliert worden war.

Siehe Tab. 4 und 3.13 .

R_t (cm H_2O/ l/ s)	max	min	ΔR_t	ΔR_t in %
Normalfunktion	6.3	4.5	1.8	40
Allergeninhalation	6.6	4.3	4.3	100
Allerg. - Inhalat. nach Med.-Einnahme	6.3	4.6	1.7	39.1

Tab. 4a

PEF (l/ min)	max	min	Δ PEF	Δ PEF in %
Normalfunktion	250.0	221.6	[illegible]	12.2
Allergeninhalation	[illegible]	[illegible]	65.4	25
Allerg. - Inhalat. nach Med.-Einnahme	[illegible]	216.6	40	15.[illegible]

Tab. 4b

Tab. 4 : Die Maximalwerte und Minimalwerte der Mittelwert-kurven von R_t (Tab. 4a) und PEF (Tab 4b) bei [illegible] Kindern mit Asthma. Für jeden Untersuchungstag werden die Differenzen zwischen den Maximal- und den Minimalwerten gebildet (ΔR_t, Δ PEF) und in % umgerechnet. Zeitpunkt der Betrachtung war:

- am Tag der Normalfunktion 12.00 Uhr und 03.00 Uhr,
- am Tag der Allergeninhalation [illegible] Uhr und [illegible]

Uhr,

- am Tag der Allergeninhalation nach vorheriger Medikamenteneinnahme 18.00 Uhr und 03.00 Uhr.

[illegible]	r	f	p	$\overline{K}$	$\overline{PEF}$	Korrelationsgleichung
[illegible]	-0.2287	19	> 0.1	4.510	255.000	y = [illegible]
[illegible]	-0.3709	19	< 0.1 > 0.05	4.257	255.238	y = [illegible]
[illegible] Allerg. - Inhalation nach Med. - Einnahme	-0.2192	19	> 0.1	4.667	258.571	y = 298.7143 - 8.7904x
[illegible]	-0.[illegible]	19	> 0.1	6.309	[illegible]	y = [illegible]
[illegible] Allergeninhalation	-0.5431	19	< 0.05 > 0.02	8.571	189.762	y = 271.4275 - 9.5277x
[illegible]	-0.3084	19	< 0.1 > 0.05	6.338	218.371	y = [illegible]

[illegible] Regressionsgleichungen, Korrelationskoeffizienten und zugehörige Prüfgrößen [illegible] der korrespondierenden Pixelwerte von [illegible] und Peak Flow [illegible], gemessen bei 21 Kindern mit Asthma.

[illegible] wurden die Funktionswerte des Zeitpunktes [illegible], an dem die Werte [illegible] im Mittel am niedrigsten gewesen waren:

- am Tag der Normalfunktion um 12.00 Uhr,
- am Tag der Allergeninhalation um 15.00 Uhr,
- am Tag der Allergeninhalation nach [illegible] um [illegible] Uhr;

[illegible] wurden die Funktionswerte des Zeitpunktes [illegible], an dem die Werte [illegible] im Mittel am höchsten gewesen waren: an allen 3 Tagen um 03.00 Uhr.

zu 2.22.: Zweiter Teil der Untersuchung

50 kindliche Asthmatiker, 41 Jungen, 9 Mädchen im Alter von 5 bis 15 Jahren wurden analysiert.

3.21. Einzelwerte der Lungenfunktionsmessung (R_t , PEF), erhoben an einem Tag, an dem ein Allergen inhaliert worden war, siehe Tab. 6 .

3.22. Die Differenzen zwischen den Maxima und Minima der Peak Flow Meter - Werte (Δ PEF) und den korrespondierenden Resistancewerten (ΔR_t) werden gebildet und in % ausgedrückt (ΔPEF%, ΔR_t%). Siehe Tab. 7 .

3.23. Für die ΔPEF und die zugehörigen ΔR_t des gesamten Kollektivs wurde eine Korrelationsgleichung erstellt. Korrelationskoeffizient "r" und Prüfgröße auf Signifikanz "p" siehe Tab. 8 .

3.24. Das Kollektiv wird empirisch in zwei Gruppen unterteilt: Bei der ersten Gruppe ist der Rückgang der Peak Flow Meter - Werte im Verlaufe des Tages und der Nacht geringer als 25% (ΔPEF $<$ 25% , s. Tab. 7 , Pat. 1 - 14) , bei der zweiten Gruppe ist der Rückgang der Peak Flow Meter - Werte größer als 25% (ΔPEF $>$ 25% , s. Tab. 7 , Pat. 15 - 50) . Für die ΔPEF $<$ 25% und die ΔPEF $>$ 25% sowie die zugehörigen Veränderungen der Resistance wurden Korrelationsgleichungen erstellt, der Korrelationskoeffizient errechnet und die Prüfgröße auf Signifikanz "p" bestimmt. S. Tab. 9,10 , Abb.4,5 .

3.25. Auswertung nach klinischen Gesichtspunkten: Danach wird eine Erhöhung der Resistance um mehr als 100 % ($\Delta R_t \geq 100\%$) als pathologisch (Asthmaanfall) ange-

schen.

Von 41 Kindern mit $\Delta PEF \leq 20\%$ hatten 13 (32%) kein $\Delta R_t \geq 100\%$.

	09.00	12.00	15.00	18.00	21.00	24.00	03.00	06.00	Uhr
1	240	250	245	265	265	220	250	245	
2	140	135	140	140	130	115	125	120	
3	310	325	370	360	350	345	305	300	
4	220	215	235	240	210	200	200	230	
5	185	175	175	160	150	140	160	160	
6	180	175	160	150	160	150	145	170	
7	190	180	170	180	180	170	170	180	
8	240	250	235	275	265	275	200	205	
9	320	350	340	340	330	320	310	345	
10	175	195	205	185	165	190	175	185	
11	160	150	160	170	180	170	160	190	
12	165	155	170	155	130	145	135	150	
13	300	340	305	315	305	280	270	280	
14	460	460	445	445	385	365	385	390	
15	365	370	355	335	305	325	345	335	
16	235	250	270	260	240	230	200	200	
17	250	250	225	250	185	185	195	260	
18	200	230	195	200	200	190	200	205	
19	245	270	265	240	220	205	195	200	
20	160	160	150	145	155	125	115	155	
21	200	190	205	210	205	165	140	160	
22	290	320	320	300	290	300	305	215	
23	460	465	460	445	440	280	450	405	
24	385	380	410	380	365	235	250	295	
25	225	215	180	195	190	175	145	195	
26	235	250	310	245	220	245	190	215	
27	190	185	200	190	130	140	120	130	
28	240	220	240	220	175	165	130	180	
29	235	245	190	180	175	160	150	150	
30	345	310	315	300	280	300	200	250	
31	280	290	200	290	225	240	200	250	
32	210	220	190	205	200	155	150	145	
33	195	145	150	135	60	60	105	150	
34	285	255	270	230	200	180	110	190	
35	140	180	120	60	60	65	65	100	
36	255	260	265	270	160	60	85	95	
37	340	350	350	375	325	260	225	185	
38	310	245	285	195	185	180	145	175	
39	310	320	200	215	170	155	135	130	
40	225	205	150	225	200	95	145	170	
41	215	240	260	270	235	200	110	180	
42	255	225	230	215	80	95	75	135	
43	255	260	290	250	250	200	130	120	
44	140	140	200	160	140	100	105	140	
45	240	250	240	245	220	145	120	140	
46	300	310	275	305	315	200	240	300	
47	245	235	245	210	230	195	105	280	
48	310	320	300	280	235	170	155	155	
49	165	165	140	155	130	140	60	80	
50	385	380	410	380	365	235	250	295	

Tab. 6a : Einzelmeßwerte der Lungenfunktion bei 50 Kindern mit Asthma. Gemessen wurde der Peak Flow Meter - Wert an einem Tag, in dessen Verlauf ein Allergen inhaliert worden war. Unterstrichen sind die Meßwerte, die für die Untersuchung herangezogen wurden.

PEF in l/ min

Tab. 6b : Einzelwerte der Lungenfunktion bei 50 Kindern mit Asthma. Gemessen wurde die Resistance an einem Tag, in dessen Verlauf ein Allergen inhaliert worden war. Unterstrichen sind die Meßwerte, die in die Untersuchung herangezogen wurden.

R_L in cmH$_2$O/ l/ s

Tab. 7 : Es wurden die Differenzen der Maxima und Minima von den Peak Flow Meter - Werten (Δ PEF) und den korrespondierenden Resistance - Werten (ΔR_t) gebildet und in Prozent ihrer Änderung vom Ausgangswert ausgedrückt (Δ PEF%, ΔR_t%). R_t in $cmH_2O/l/s$, PEF in l/min.

Nr	PEF_{max}	R_t	PEF_{min}	R_t	Δ PEF	ΔR_t	ΔPEF %	ΔR_t %
1	250	5.2	220	2.9	-30	-2.3	-12	-44
2	140	5.1	115	7.6	-25	+2.5	-18	+49
3	370	2.6	300	6.3	-70	+3.7	-19	+142
4	240	4.8	200	8.8	-40	+4	-17	+83
5	185	5.0	160	4.2	-25	-0.8	-14	-16
6	180	6.9	145	5.1	-35	-1.8	-19	-26
7	340	1.9	320	4.3	-20	+2.4	-6	+126
8	250	3.8	200	8.7	-50	+4.9	-20	+129
9	350	1.2	310	4.5	-40	+3.3	-12	+275
10	205	5.0	175	10.7	-30	+5.7	-15	+114
11	180	3.8	140	4.7	-40	+0.9	-22	+23
12	170	4.4	130	3.6	-40	-0.8	-24	-18
13	340	3.4	270	7.7	-70	+4.3	-21	+109
14	460	1.1	365	4.2	-95	+3.2	-21	+290
15	370	3.4	305	3.5	-65	+0.1	-28	+3
16	270	4.2	200	8.2	-70	+4.0	-26	+95
17	250	3.7	185	8.0	-65	+4.3	-26	+116
18	140	4.5	100	6.0	-40	+1.5	-29	+33
19	270	4.1	195	4.5	-75	+0.4	-28	+9
20	160	4.4	115	7.7	-45	+3.3	-28	+75
21	255	3.2	185	6.1	-70	+3.1	-27	+91
22	290	4.9	215	9.9	-85	+5.0	-26	+102
23	465	2.3	280	7.1	-185	+4.8	-40	+209
24	325	2.5	210	5.7	-115	+3.2	-35	+128
25	225	6.0	145	9.7	-80	+3.7	-36	+69
26	310	4.0	190	8.3	-120	+4.3	-39	+108
27	200	4.8	120	9.4	-80	+4.6	-40	+96
28	240	7.5	150	16.8	-90	+9.3	-37	+124
29	245	3.8	150	6.9	-95	+3.1	-39	+82
30	215	4.5	70	12.0	-145	+7.5	-33	+166
31	290	2.1	200	6.8	-90	+4.7	-31	+223
32	220	2.5	145	5.8	-75	+3.3	-34	+132
33	195	5.6	60	15.8	-135	+10.2	-69	+182
34	285	2.1	110	11.4	-175	+9.3	-61	+442
35	180	5.8	60	13.6	-120	+7.8	-67	+134
36	270	4.0	60	27.4	-210	+23.4	-78	+485
37	375	4.7	185	15.6	-190	+10.9	-51	+232
38	310	3.2	145	12.1	-165	+8.9	-53	+278
39	320	3.4	130	10.5	-190	+7.1	-59	+209
40	225	1.6	95	8.5	-130	+6.9	-58	+431
41	270	1.2	110	14.6	-160	+13.4	-59	+1116(+)
42	255	3.9	75	11.4	-180	+7.5	-71	+192
43	290	2.1	120	7.8	-170	+5.7	-59	+271
44	200	6.0	100	10.9	-100	+4.9	-50	+82
45	250	2.4	120	14.4	-130	+12	-52	+500
46	245	4.2	70	10.3	-175	+6.1	-72	+145
47	200	7.7	60	19.2	-140	+11.5	-70	+149
48	320	2.8	155	9.6	-165	+6.8	-52	+242
49	205	10.5	100	15.6	-105	+5.1	-51	+47
50	410	1.9	235	7.5	-175	+5.6	-43	+295

r = -0.7222	
V = 48 n = 50	
p < 0.001	

Tab. 6 : [illegible] Korrelationskoeffizient "r" [illegible] auf Signifikanz "p" der einander zugeordneten Veränderungen von Peak Flow Meter - Werten (Δ PEF) und Symptomen (Δ S_i) , gemessen bei [illegible] mit Anfang an einem Tag, an dem ein Allergen inhaliert wurde. (S. Tab. 7)

Gleichung: y = -0.0450x - 0.1231	
r = -0.3673	
V = 12 n = 14	
p > 0.1	

Tab. 5 : Korrelationsgleichung, Korrelationskoeffizient [illegible] und Prüfgröße auf Signifikanz "p" von Δ PEF $\leq$ 25% zu den [illegible] Veränderungen bei Symptomen.

(S. Tab. 7 , Abb. 4)

Gleichung: $y = -0.0595x - 0.8048$	$\bar{x} = -122.36$	$\bar{y} = 6.5$
$r = -0.6573$	$x_i = -100$	$y_i = 5.1$
$r = 34 \quad n = 36$	$x_i = -10$	$y_i = 0.2$
$p < 0.001$	$x_i = 0$	$y_i = -0.8$

Tab.10 : Korrelationsgleichung, Korrelationskoeffizient "r" und Prüfgröße auf Signifikanz "p" von Δ PEF $\geq$ 25% zu den korrespondierenden Veränderungen der Resistance. (S. Tab. 7 , Abb. 5)

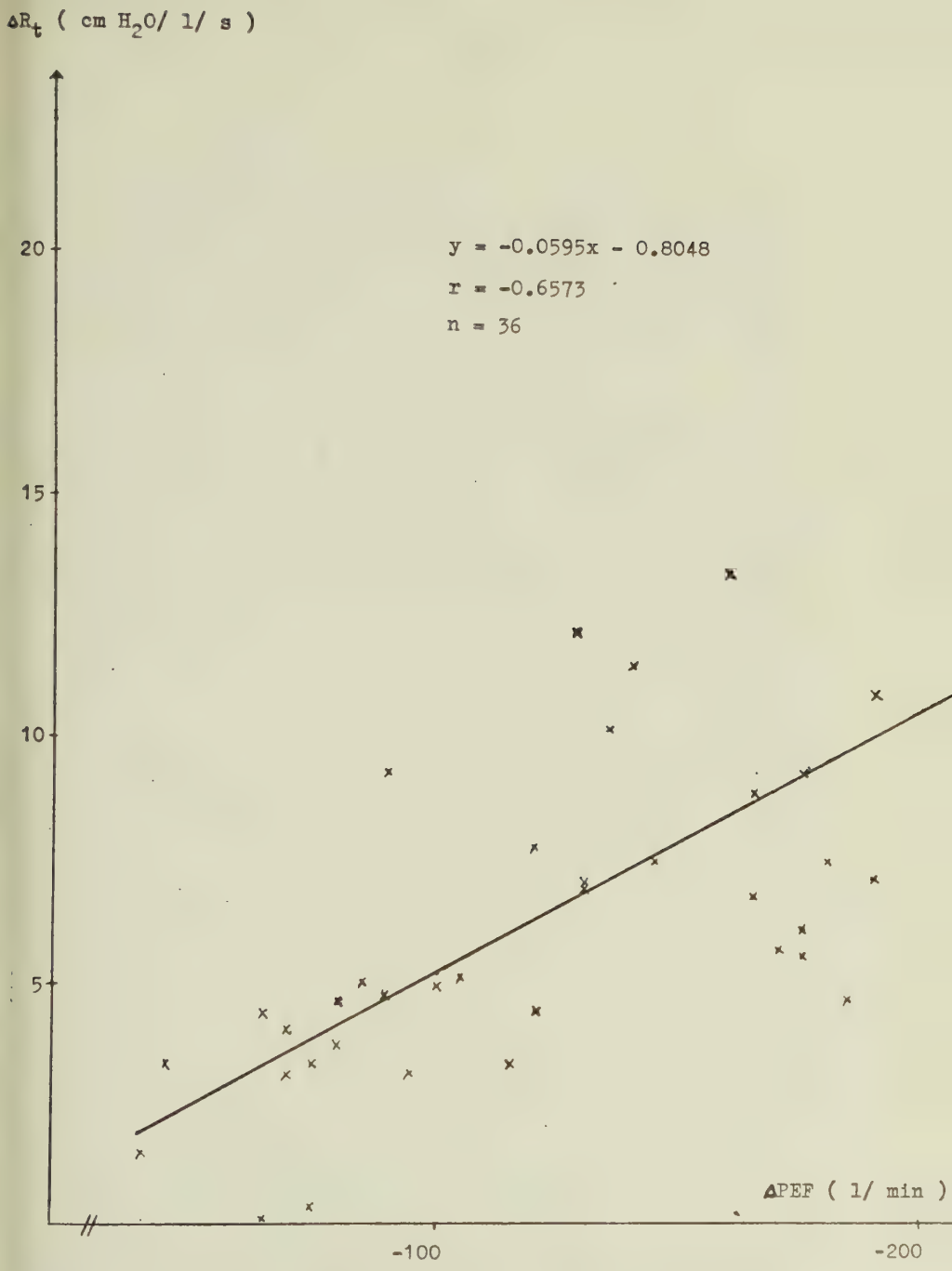

Abb. 5 : Zuordnung von ΔPEF > 25% zu den korrespondierenden ΔR_t .
Siehe Tab. 10 .

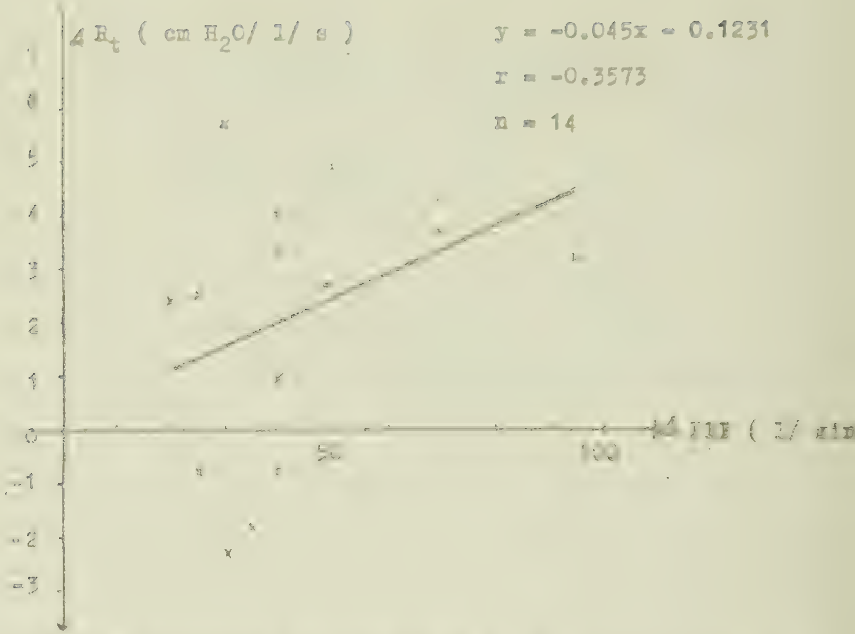

Abb. 4 : Zuordnung von [illegible] zu den korrespondieren-
den ΔR_t .

4. Diskussion

Das Asthma bronchiale ist eine schwerwiegende Erkrankung im Kindesalter. Hohe Morbidität, Beginn schon im Kleinkindalter und Progredienz bis hin zur Frühinvalidität erfordern eine sorgfältige Überwachung und Behandlung der Asthmatiker (1,2,4,5,8,9,10,16).

Die Überwachung der Asthmatiker geschieht gemeinhin durch Beobachtung klinischer Symptome. Der Asthmatiker selbst und die Eltern asthmakranker Kinder sind in vielen Fällen überfordert, wenn sie eine solche Überwachung nur anhand klinischer Symptome durchführen sollen. Oft stimmt die Beurteilung durch den Laien nicht mit dem Urteil des Arztes überein. Die Zustandbeurteilung von kindlichen Asthmatikern durch den Arzt und die Mütter wurden miteinander verglichen. Es ergab sich ein Korrelationskoeffizient von r = 0.15, Signifikanz auf dem 5% - Niveau wurde nicht erreicht (3). Bei 118 Kindern, die in der Asthmaambulanz der Universitätskinderklinik Düsseldorf untersucht wurden, bestand nur bei 42% der Kinder Übereinstimmung zwischen dem subjektiven Urteil der Mütter und den an ihren Kindern erhobenen Meßdaten (14). Die Beispiele mögen verdeutlichen, daß die Überwachung kindlicher Asthmatiker anhand klinischer Symptome unbefriedigend ist. Eine sorgfältige Überwachung der kindlichen Asthmatiker ist aber Voraussetzung für eine erfolgversprechende Behandlung (15).

Es wäre deshalb wünschenswert, daß der Patient oder die Eltern ein Gerät in die Hand bekommen, das es ihnen ermög-

licht, asthmatische Beschwerden objektiv zu erkennen.

einnahme auch der Therapieerfolg objektiviert werden. Zudem wird durch die Beteiligung der Kinder oder Eltern an

von Asthmamitteln günstig beeinflußt. Diese Erfahrungen

lernten (6).

Ganzkörperplethysmographen erfaßt, indem der bronchiale Strömungswiderstand und das thorakale Gasvolumen registriert werden. Von Nachteil ist, daß das Gerät nur stationär vergen möglich sind. Dem gegenüber ist das Peak Flow Meter nach WRIGHT ein sehr einfaches und von Patienten leicht zu ferchen stets mitgenommen werden kann (Sport, Spiel, Schule, Urlaub usw.). Das Peak Flow Meter ist ein sehr grobes Meßgerät. Das zeigt sich daran, daß die bei normaler Lunperplethysmographen erhobenen Meßwerten korrelieren ($p > 0.1$ bzw. $p > 0.05$, s. Tab. 5).

In der vorliegenden Arbeit soll geklärt werden, ob dieses Gerät dennoch geeignet ist, leichte bis mittelschwere Asthmaanfälle sicher anzuzeigen. Dazu wurde eine Untersuchungs-

anordnung gewählt, die bei 21 Patienten unter klinischen Bedingungen das Alltagsleben nachvollzieht, wie es sich bei Asthmatikern darstellt 1.) wenn sie gesund sind, 2.) wenn sie Allergenkontakt haben und 3.) wenn sie Allergenkontakt unter entsprechender Therapie haben. Die allergische Sofortreaktion wurde bewußt unberücksichtigt gelassen, da sie in der Regel zu einer erheblichen Obstruktion führt. Im Abstand von 3 Stunden im Verlauf von 24 Stunden wurden die Peak Flow Meter - Werte erhoben, als Kontrollmethode diente die Messung des bronchialen Strömungswiderstandes mit dem Ganzkörperplethysmographen. Die aus den Einzelmeßwerten bei 21 asthmatischen Kindern im Alter von 5 bis 15 Jahren errechneten Mittelwertkurven des Peak Flow Meter - Wertes (PEF) und des bronchialen Strömungswiderstandes (Resistance, R_t) verlaufen in typischer Weise: Sie zeigen eine deutliche Tag - Nacht - Schwankung. Die Lungenfunktion ist in der zweiten Nachthälfte im Mittel schlechter als tagsüber. Am stärksten ist die Schwankung nach Allergenkontakt ohne Medikamentenschutz (Abb 1,2). Die Mittelwertkurven der Peak Flow Meter - Werte und die der Resistance verlaufen reziprok: Wenn der bronchiale Strömungswiderstand ansteigt, sinken die Peak Flow Meter - Werte ab. Die schlechtesten Funktionswerte wurden an allen drei Untersuchungstagen nachts um 03.00 Uhr gemessen. Die Werte waren in allen drei Nächten signifikant schlechter als die ihnen jeweils gegenübergestellten günstigsten Funktionswerte am Tage.($p < 0.01$). Eine Korrelation der korrespondierenden Meßwerte von PEF und Resistance ergibt keinen signifikanten Zusam-

menhang für die am Tage erhobenen Werte ($p > 0.05$ bzw. $p > 0.1$). Bei den Werten nachts zeigt sich ein signifikanter Zusam-

[illegible] ten war ($p < 0.01$). Übertragen auf die Praxis würde dies bedeuten, daß von 21 leichten bis mittelschweren Asthmaanfällen nur 1 Anfall durch das Peak Flow Meter nicht angezeigt worden wäre.

Wie die vorliegende Arbeit belegt, reagiert das Peak Flow Meter auf eine Zunahme des bronchialen Strömungswiderstandes mit einem mehr oder weniger ausgeprägten Abfall des Peak Flow Meter - Wertes. Bei den meisten Autoren herrscht die Meinung vor, daß nach inhalativer Provokation ein Abfall des Peak Flow Meter - Wertes um mehr als 25% als pathologisch zu deuten ist.(13) , zum Teil wird sogar nur eine Reduktion um 15% gefordert (7).

Um diesen Zusammenhang zu überprüfen, wurden 50 Kinder mit Asthma im Alter von 5 bis 15 Jahren nach Allergeninhalation untersucht. 14 Patienten reagierten auf die inhalative Provokation, welche am Vormittag stattfand, im Verlaufe des Tages mit einem Rückgang der Peak Flow Meter - Werte um weniger als 25%. Bei 36 Patienten war der Abfall grösser als 25%. Das Kollektiv wurde nach diesen Kriterien in zwei Gruppen unterteilt, die Differenzen zwischen Maximal- und Minimalwerten des Peak Flow Meter wurden mit den Differenzen der korrespondierenden Resistancewerte korreliert. Es zeigte sich, daß ein signifikanter Zusammenhang nur besteht, wenn der Abfall am Peak Flow Meter - Werte grös-

ser als 25% ist. ($p < 0.001$).

In der Praxis geht man davon aus, daß nach inhalativer Provokation ein Anstieg der Resistance um wenigstens 100% erfolgen soll, ehe man von einer echten bronchialen Reaktion (Asthmaanfall) reden kann. Untersucht man das Krankengut unter diesem Gesichtspunkt, indem man dem Rückgang der Peak Flow Meter - Werte die entsprechenden Anstiege der Resistance gegenüberstellt, so zeigt sich: Bei einem Abfall des Peak Flow Meter - Wertes um mehr als 25% hatten von 36 Kindern 11 keinen Anstieg der Resistance um mehr als 100%. Das bedeutet eine Fehlerquote von immerhin 1/ 3. Diese Fehlerquote geht auf 1/ 5 zurück, wenn man einen Rückgang des Peak Flow Meter - Wertes um mindestens 30% ansetzt: von 28 Kindern verblieben dann nur noch 5 mit einem Anstieg der Resistance um weniger als 100%.

Die unterschiedlichen Ergebnisse nach Messung der Resistance und des Peak Flow Meter - Wertes lassen sich zum Teil dadurch erklären, daß es sich um unterschiedliche Meßmethoden handelt. Die Messung der Resistance geschieht unter Ruhebedingungen, während der Peak Flow Meter - Wert durch forcierte Exspiration erhoben wird. Bei der forcierten Exspiration treten hohe transmurale Drucke im Bereich der Bronchien auf. Diese führen bei Asthmatikern mit instabilen Bronchialwänden zu einem Kollaps der Bronchien. Bei diesen Asthmatikern zeigt das Peak Flow Meter relativ zu niedrige Werte an. Bei Patienten mit stabilen Bronchien wirken sich die erhöhten transmuralen Drucke funktionell nicht aus. Diese Patienten können eine Obstruktion bis zu einem gewissen Gra-

de kompensieren, indem sie durch die forcierte Exspiration noch ein genügend hohes Atemvolumen mit dem notwendigen Druck ausatmen können, obwohl eine Ventilationsstörung bereits vorliegt. Insbesondere die letztgenannte Patientengruppe ist nicht geeignet, durch Messung des Peak Flow Meter - Wertes ihre Lungenfunktion zu überwachen.

Nach den vorliegenden Untersuchungen wird geschätzt, daß von den Kindern mit Asthma etwa 20 % ihre Lungenfunktion durch häufige und regelmäßige Messung mit dem Peak Flow Meter nach WRIGHT überwachen können, wenn man einen Abfall des Peak Flow Meter - Wertes von über 30 % als pathologisch wertet. Mit Hilfe eines pneumologischen Überwachungsbogens sollten neben den Peak Flow Meter - Werten klinische Symptome sowie die Medikamenteneinnahme mit aufgezeichnet werden.

Die Einführung des Peak Flow Meters nach WRIGHT stellt meiner Meinung nach einen großen Fortschritt dar in dem Bestreben, den Krankheitsverlauf, die Therapie bzw. die zielgerichtete Einnahme von Medikamenten in jedem Fall besser zu steuern. Im Zusammenwirken von Patient und Arzt kann man auf diesem Wege dem Ziel näher kommen, den Patienten eine für den Erfolg entscheidende Mitverantwortung zu übertragen.

5. Zusammenfassung

1. Bei 21 Kindern mit Asthma bronchiale im Alter von 5 bis 15 Jahren, 2 Mädchen und 19 Jungen wurden Lungenfunktionsmessungen vorgenommen. Im Verlauf von 24 Stunden wurde die Resistance mit dem Ganzkörperpethysmographen und der Peak Meter - Wert mit dem Gerät nach WRIGHT (Peak Flow Meter) im Abstand von 3 Stunden bestimmt. Im Einzelfall wurden durch häufige und kontinuierliche Messung erhebliche Schwankungen der Lungenfunktion gemessen. Die Mittelwertkurven der Resistance - und der Peak Flow Meter - Werte verhalten sich reziprok: wenn der bronchiale Strömungswiderstand im Mittel ansteigt, fällt der Peak Flow Meter - Wert im Mittel ab. In der zweiten Nachthälfte ist die Lungenfunktion schlechter als tagsüber, besonders, wenn Allergenkontakt ohne Schutz durch ein Antiasthmatikum stattgefunden hat. Bei 21 Patienten stieg die Resistance im Mittel um 100% nach Allergenkontakt an, der Peak Flow Meter - Wert fiel im Mittel um 29% ab. Unter Normalbedingungen stieg die Resistance nachts nur um 40% an, der Peak Flow Meter - Wert fiel nur um 12.2% ab. Wurde ein Allergen unter dem Schutz eines Antiasthmatikums inhaliert, waren die Lungenfunktionswerte im Mittel ähnlich wie unter Normalbedingungen. Die schlechtesten Lungenfunktionswerte wurden an allen drei Untersuchungstagen nachts um 03.00 Uhr gemessen. Sie waren signifikant schlechter als die verglichenen Tagesbestwerte ($p < 0.01$) . Wenn die Lungenfunktionswerte gut sind, ist kein signifikanter Zusammenhang zwischen Peak Flow Meter - und den Resistancewerten herzu-

stellen ($p > 0.05$). Dies gilt auch für die Nachtwerte, bis auf den Untersuchungstag, an dem die Patienten nach inhalativer Provokation eine allergische Spätreaktion mit leichtem bis mittelschwerem Asthma hatten ($p < 0.05$).

2. Zur Klärung der Frage, wie stark der Abfall der Peak Flow Meter - Werte sein muß, die man mit Sicherheit von einer beginnenden Obstruktion reden kann, wurden 50 Patienten im Alter von 5 bis 15 Jahren, 9 Mädchen und 41 Jungen, untersucht.. Die Messung der Lungenfunktionswerte an einem Tag, in dessen Verlauf eine inhalative Provokation stattgefunden hatte, ergab, daß 14 Patienten einen Abfall der Peak Flow Meter - Werte von weniger als 20% hatten, 36 Patienten reagierten mit einem Abfall der Peak Flow Meter - Werte um mehr als 20%. Bei beiden Gruppen wurden die Differenzen der Tagesmaximal- und Minimalwerte miteinander korreliert. Bei der ersten Gruppe ergab sich kein signifikanter Zusammenhang ($p > 0.1$). Bei der zweiten Gruppe besteht ein signifikanter Zusammenhang ($p < 0.01$). Betrachtet man die Resistancenanstiege in dieser Gruppe, so zeigt sich, daß bei einem Abfall des Peak Flow Meter - Wertes um mehr als 35% von 36 Patienten 11 keinen Anstieg der Resistance um mehr als 100% hatten. Ein Anstieg der Resistance um 100% nach inhalativer Provokation gilt gemeinhin als Hinweis auf einen Asthmaanfall. Legt man als Grenzwert einen Abfall der Peak Flow Meter - Wertes um mindestens 20% zugrunde, so liegen von 14 Patienten 5 keine [illegible] Patienten mit stabilen Bronchialwänden auf. Diese Patienten

können ihre Lungenfunktion nicht mit Hilfe des Peak Flow Meters nach WRIGHT überwachen.

III. Anhang

Tabellen

- Tab. 1a-c
- Tab. 2a-c

09.00	12.00	15.00	18.00	21.00	24.00	03.00	06.00	Uhr
4.6	5.7	4.6	7.1	8.7	7.1	6.3	7.2	
2.4	2.4	1.0	3.5	2.4	3.4	4.3	2.1	
6.6	5.8	3.6	3.7	4.6	5.0	5.3	4.1	
6.9	8.2	6.5	7.2	5.8	5.8	8.4	8.6	
5.5	6.9	5.8	3.9	5.5	4.4	4.9	3.5	
3.9	5.5	4.4	4.4	3.3	6.5	7.9	4.3	
4.2	3.0	3.5	6.2	6.7	3.4	7.1	7.9	
5.4	5.9	7.7	7.3	6.4	7.7	9.6	8.4	
7.7	4.4	7.8	6.2	8.1	7.1	9.6	6.2	
3.0	2.9	2.9	3.3	2.4	4.8	3.5	2.6	
3.3	5.0	6.7	6.3	7.0	7.3	6.2	4.3	
4.7	2.7	3.7	3.9	3.0	4.1	3.4	2.5	
4.8	5.7	5.3	5.1	4.9	4.7	5.0	8.2	
6.3	4.2	5.9	6.8	4.0	5.1	4.5	4.0	
4.1	3.0	6.9	4.0	6.5	4.6	7.6	6.5	
4.0	3.9	5.0	4.1	3.7	7.0	8.9	8.9	
4.7	3.0	4.0	3.7	4.4	5.6	6.1	5.4	
3.6	4.4	4.4	5.0	3.6	5.8	6.7	6.1	
2.1	3.1	2.8	1.7	2.9	3.2	2.8	3.7	
5.0	4.1	3.2	4.7	4.4	6.4	6.9	5.2	
8.7	4.9	6.5	6.7	10.2	7.4	7.4	9.2	
4.829	4.095	4.867	4.99	5.167	5.543	6.305	5.662	$\overline{R_t}$
1.680	1.532	1.783	1.571	2.146	1.426	2.000	2.279	s

Tab. 1a : Einzelmeßwerte der Lungenfunktion bei 21 Kindern mit Asthma. Gemessen wurde die Resistance an einem Tag ohne Allergen und Medikamenteneinfluß (Normalfunktion). R_t in $cmH_2O/ l/ s$.

09.00	12.00	15.00	18.00	21.00	24.00	03.00	06.00	Uhr
6.9	8.6	4.8	7.5	9.0	7.8	9.4	8.9	
1.6	1.4	3.1	1.8	3.0	8.5	5.5	3.9	
4.3	5.7	3.3	4.6	4.9	7.6	7.7	7.3	
5.4	6.8	4.0	6.8	6.3	5.0	8.3	5.1	
5.1	5.3	1.9	4.1	5.7	3.5	4.8	4.3	
5.4	5.2	4.9	4.1	6.6	5.0	7.5	7.0	
5.0	5.6	5.7	5.6	5.7	5.7	4.2	3.1	
6.0	5.9	5.7	7.4	5.7	5.8	9.7	5.8	
3.3	3.4	6.5	6.2	8.2	7.8	12.1	10.5	
5.3	3.4	3.6	4.2	6.7	6.4	7.7	6.7	
6.7	4.2	5.8	2.2	3.5	3.0	5.5	4.6	
1.7	2.1	1.9	2.4	3.2	7.5	6.7	4.0	
3.2	5.1	4.9	10.4	12.2	11.2	12.1	13.9	
4.7	3.8	5.8	5.6	5.7	8.4	8.7	5.8	
4.4	5.8	4.1	4.7	5.9	4.8	12.4	15.6	
5.5	4.9	5.5	4.8	4.7	3.0	8.8	5.4	
3.0	3.2	2.9	3.2	3.0	4.4	5.1	5.9	
6.1	5.5	6.8	4.0	8.0	27.4	20.5	14.9	
2.0	2.7	3.0	1.2	2.2	5.3	14.6	5.9	
3.5	3.8	2.6	3.7	3.6	3.7	3.6	2.7	
8.0	6.7	2.6	4.7	4.8	4.1	5.1	6.3	
4.624	4.719	4.257	4.724	5.648	6.948	8.571	7.029	$\overline{R_t}$
1.735	1.713	1.515	2.154	2.362	5.145	4.046	3.724	s

Tab. 1b : Einzelmeßwerte der Lungenfunktion bei 21 Kindern mit Asthma. Gemessen wurde die Resistance an einem Tag, in dessen Verlauf ein Allergen inhaliert worden war. R_t in cmH_2O/ l/ s .

09.00	12.00	15.00	18.00	21.00	24.00	03.00	06.00	Uhr
5.6	6.8	4.7	3.8	3.2	5.5	5.4	3.2	
3.4	1.8	2.5	2.9	1.8	6.5	5.5	4.2	
4.7	5.4	5.2	4.9	5.2	4.5	8.4	5.3	
5.1	4.3	4.6	3.8	3.9	5.5	7.7	8.0	
4.1	3.6	5.0	2.4	3.2	2.8	2.9	3.6	
4.9	4.9	5.6	5.0	4.3	4.3	4.2	4.7	
5.2	5.6	5.6	5.4	7.8	8.0	7.8	3.8	
9.8	8.8	8.8	7.9	8.8	8.8	13.0	13.9	
5.2	6.1	4.5	2.5	3.6	3.6	4.0	2.6	
2.0	2.4	2.6	2.2	2.5	4.3	3.5	3.4	
1.5	2.5	3.4	2.4	4.2	4.2	5.4	6.4	
2.6	2.7	2.4	2.1	3.7	2.2	4.4	3.1	
5.5	6.5	7.1	4.2	5.8	6.8	6.1	4.3	
5.5	6.7	4.3	4.6	6.1	6.7	6.0	7.3	
7.5	7.0	6.6	5.6	6.6	8.7	13.5	12.6	
3.5	4.8	3.3	4.4	4.4	4.6	4.2	4.6	
5.2	3.2	4.9	2.8	2.0	3.1	6.1	5.3	
5.1	6.4	3.4	4.1	6.5	5.3	6.0	5.4	
4.4	4.4	2.7	4.2	5.0	13.0	10.1	5.6	
2.5	2.1	4.0	3.9	3.2	3.2	3.8	3.3	
7.0	7.2	4.7	5.3	4.3	5.0	5.1	4.1	
4.914	4.776	4.567	4.019	4.576	5.552	6.338	5.462	$\overline{R_t}$
1.978	1.905	1.618	1.428	1.834	2.522	2.890	2.942	s

Tab. 1c : Einzelmeßwerte der Lungenfunktion bei 21 Kindern mit Asthma. Gemessen wurde die Resistance an einem Tag, in dessen Verlauf ein Allergen nach vorheriger Einnahme eines Antiasthmatikums inhaliert worden war.

R_t in cm H_2O/ l/ s .

09.00	12.00	15.00	18.00	21.00	24.00	03.00	06.00	Uhr
195	170	200	170	185	190	180	150	
240	235	225	205	210	180	175	205	
210	195	205	185	175	165	175	175	
180	190	190	165	160	150	155	200	
340	340	340	315	340	320	320	300	
155	155	160	185	160	155	170	160	
190	190	185	185	190	190	185	190	
170	200	155	180	175	210	225	210	
260	300	310	250	280	235	210	280	
330	315	330	335	315	320	240	330	
330	315	315	245	245	270	265	305	
335	375	370	355	350	350	335	335	
310	320	320	320	285	280	280	300	
205	210	210	200	215	185	205	215	
350	365	325	400	335	355	335	325	
240	230	210	220	215	170	170	180	
255	245	205	210	160	180	160	200	
310	290	285	290	280	245	275	275	
275	270	265	280	255	270	275	270	
120	125	130	130	115	085	085	110	
270	320	310	315	295	295	280	280	
250.5	255	245	244.8	230.4	228.6	223.8	237.9	$\overline{PEF}$
69	72.5	70.5	73.7	64.9	73.4	67.1	66.6	s

Tab. 2a : Einzelmeßwerte der Lungenfunktion bei 21 Kindern mit Asthma. Gemessen wurden die Peak Flow Meter-Werte an einem Tag ohne Allergen und Medikamenteneinfluß (Normalfunktion) . PEF in l/ min .

09.00	12.00	15.00	18.00	21.00	24.00	03.00	06.00	Uhr
190	185	200	190	130	140	120	130	
225	205	150	225	200	095	145	170	
200	190	205	210	205	165	140	160	
235	250	310	245	220	245	190	215	
320	300	340	350	340	360	380	320	
185	185	190	185	180	180	160	175	
185	175	175	160	150	140	160	160	
225	215	180	195	190	175	145	195	
310	320	200	215	170	155	135	130	
300	340	305	315	305	280	270	280	
280	320	300	285	310	280	240	230	
385	380	410	380	365	235	250	295	
310	245	285	195	185	180	145	175	
240	250	235	275	265	275	200	205	
340	350	350	375	325	260	225	185	
220	215	235	240	210	200	200	230	
230	235	240	255	210	205	220	205	
255	260	265	270	160	060	085	095	
245	240	260	270	235	200	110	180	
150	150	155	155	175	170	160	160	
310	325	370	360	350	345	305	300	
254.3	254	255.2	254.8	232.4	204	189.8	199.8	PEF
60.2	65.3	73.8	69.1	71.9	82.1	71	59.3	S

Tab. 2b : Einzelmeßwerte der Lungenfunktion bei 21 Kindern mit Asthma. Gemessen wurden die Peak Flow Meter-Werte an einem Tag, in dessen Verlauf ein Allergen inhaliert worden war. PEF in l/ min .

09.00	12.00	1 .00	18.00	21.00	24.00	03.00	o6.00	Uhr
210	240	320	220	230	.200	170	200	
195	170	170	185	165	100	130	150	
205	210	220	220	215	190	195	195	
320	240	270	270	270	255	255	250	
330	360	360	320	340	340	325	340	
185	190	180	185	200	180	185	185	
170	160	180	185	170	160	170	175	
225	215	165	200	210	210	190	185	
230	210	270	330	215	295	245	305	
340	325	335	340	340	325	320	340	
350	340	320	330	310	295	320	270	
365	356	355	365	345	375	335	355	
300	290	300	280	295	240	230	240	
205	210	215	205	215	205	180	190	
280	290	315	290	250	215	190	185	
230	175	260	240	240	245	220	220	
215	255	215	235	225	190	185	215	
270	275	265	280	235	250	125	240	
230	225	230	260	190	095	135	195	
170	180	170	160	170	145	160	170	
270	270	315	320	320	345	325	325	
247.4	252.1	258.6	258.1	245.2	231.2	218.6	234.8	$\overline{PEF}$
62.7	61.4	64.9	60.8	58.5	77.5	69.5	63.5	s

Tab. 2c : Einzelmeßwerte der Lungenfunktion bei 21 Kindern mit Asthma. Gemessen wurden die Peak Flow Meter - Werte an einem Tag, in dessen Verlauf ein Allergen nach vorheriger Einnahme eines Antiasthmatikums inhaliert worde

Verwendetes Meßgerät

1. Ganzkörperplethysmographie:
   - Meßplatz für Spirometrie und Atemmechanik SIREGNOST FD 40
   - Meßkammer für die Ganzkörperplethysmographie
     SIREGNOST FD 91 S
     Hersteller Fa Siemens AG
     Genaue Beschreibung: Anlagen zur pulmonalen Funktionsanalyse, erhältlich bei Fa Siemens unter Lieferbezeichnung ME 202/ 1020

2. Peak Flow Meter - Messung:
   - Peak Flow Meter nach WRIGHT
     Hersteller Fa Airmed
     standard restyled model M 286 mit einer Skaleneinteilung von 60 - 1000 l/ min

Literaturverzeichnis

1. Arbeiter, H. J. :
How prevalent is allergy among United States school children
Clin. Ped. 6, 140 (1967)

2. Bock, J. :
Zur Pathogenese, Differentialdiagnose und Therapie des kindlichen Bronchialasthmas
Mschr. Kinderheilk. 97, 208 (1949)

3. Chai, H., Purcell, K., Brady, K., Fallies, C.J., Denver, C. :
Therapeutic and investigational evaluation of asthmatic children
J. Allergy 41, 23 (1968)

4. Erikson - Lihr, Z. :
Special features in allergy in children
Acta Allergologica 8, 289 (1955)

5. Engström, I., Escardo F. E., Karlberg, P., Kraepelin S. :
Respiratory studies in children
Acta Paed. (Upsala) 48, 114 (1959)

6. Hypertonie und andere Risikofaktoren für die Koronarien
Vortrag auf der 48. Jahrestagung der American Heart Association in Anaheim, Kalifornien 1975
Selecta 21, 2070 (1976)

7. Godfrey, S. :
Exercise testing in children, Applications in health and disease
London - Philadelphia - Toronto, Saunders 1974

8. Harnack, G.-A. von und Panten, B. :
Asthma bronchiale im Kindesalter. Ergebnisse einer Nachuntersuchung von 500 Patienten
Mschr. Kinderheilk. 105, 255 (1957)

9. Jones, R. S. :
The physiology and management of childhood asthma
Postgrad. Med. J. 47, 181 (1971)

10. Kosche, F., Stemmann, E. A., Heydecke, J. :
Blutgasanalysen beim Asthmatiker nach körperlicher Belastung
Mschr. Kinderheilk. 122, 591 (1974)

11. McFadden jr., E. R., Lions, H. A. :
Airway Resistance and uneven Ventilation in Bronchial Asthma
J. Appl. Physiol. 25, 365 (1968)

12. Nolte, D., Reif, E., Ulmer, W. T. :
Die Ganzkörperplethysmographie
Respiration 25, 14 (1968)

13. Poppius H., Muittari, A., Kreus, K.-E., Korhonen, O.,
Viljanen, A. :
Exercise asthma and disodium cromoglycate
Brit. Med. J. 4, 337 (1970)

14. Reinhart, D., Stemmann, E. A. :
Nichteinhalten von Therapieanweisungen im Kindesalter
Ursachen und Möglichkeiten zur Verbesserung am Beispiel
der Therapie des Asthma bronchiale
Verhandlungsband Angiologie (im Druck)

15. Stemmann, E. A., Gross, K. P. :
Differenzierte Asthmatherapie unter Verwendung eines
speziellen Überwachungsbogens
päd. prax. 22, 65 (1979/80)

16. Stemmann, E. A. :
Diagnostische Differenzierung der Asthmaformen im Kindesalter durch Lungenfunktionsprüfungen zur Verbesserung der therapeutischen Resultate
Habilitationsschrift, Düsseldorf 1976

17. Wick, R., Jaeger, M. J., Scherrer, M. :
Vor - und Nachteile der Körperplethysmographie als klinische Lungenfunktionsprüfung
Med. thorac. 21, 315 (1964)

18. Wright, B. M., McKerrow, C. B. :
Maximum forced expiratory flow as a measure of ventilatory capacity: with a description of a new portable instrument for measuring it
Brit. Med. J. 2, 1041 (1959)

L E B E N S L A U F

Am 8. 8. 1949 wurde ich als Sohn des Chemikers Leo Bayer und seiner Ehefrau Hanna, geb. Schmitz, in Stuttgart geboren.

Von 1956 bis 1968 besuchte ich Volksschule und Gymnasium.

Am 7. 6. 1968 bestand ich die Reifeprüfung am Freiherr - vom - Stein - Gymnasium in Leverkusen.

Vom 1. 10. 68 bis zum 30. 9. 70 leistete ich meinen Wehr - dienst ab. Ich bin Reserveoffizier.

Im Sommersemester 1971 nahm ich das Studium der Human - medizin an der Universität zu Düsseldorf auf.

Am 24. 8. 1977 bestand ich die ärztliche Prüfung an der Universität zu Düsseldorf.

Vom 1. 12. 77 bis zum 30. 11. 78 war ich als Medizinal - assistent am Evangelischen Krankenhaus in Wesel tätig.

Am 1. 12. 1978 wurde die Approbation zum Arzt durch den Regierungspräsidenten Düsseldorf ausgesprochen.

Herrn Prof. Dr. med. G. - A. von Harnack danke ich für die Überlassung eines Arbeitsplatzes an seiner Klinik.

Herrn Priv. - Doz. Dr. med. E. A. Stemmann danke ich für die freundliche Unterstützung bei den Untersuchungen und für die wertvollen Hinweise bei der Zusammenstellung der Arbeit.

Frau G. Kemm und Herrn Dipl. - Ing. J. Schipke gilt mein besonderer Dank für die Beratung bei der Datenverarbeitung und die Erstellung diverser Computerprogramme.

Herrn Dipl. - Math. Dr. rer. nat. W. Sauer danke ich für seine Hilfe bei der statistischen Auswertung der Ergebnisse.